

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR  
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS  
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

**2016/2017**



**TII**

**A UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NAS FORÇAS ARMADAS, AS  
SOLUÇÕES TÉCNICAS DISPONÍVEIS E A VIABILIDADE DA SUA  
INSTALAÇÃO NAS PLATAFORMAS E INFRAESTRUTURAS MILITARES**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A  
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO  
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS  
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL  
REPUBLICANA.**

**Bruno Alexandre Fonseca Martins do Vale  
CAP, TMEL**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR  
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NAS  
FORÇAS ARMADAS, AS SOLUÇÕES TÉCNICAS  
DISPONÍVEIS E A VIABILIDADE DA SUA INSTALAÇÃO  
NAS PLATAFORMAS E INFRAESTRUTURAS MILITARES**

**CAP, TMMEEL Bruno Alexandre Fonseca Martins do Vale**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2016/2017

Pedrouços 2017



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR  
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**A UTILIZAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NAS  
FORÇAS ARMADAS, AS SOLUÇÕES TÉCNICAS  
DISPONÍVEIS E A VIABILIDADE DA SUA INSTALAÇÃO  
NAS PLATAFORMAS E INFRAESTRUTURAS MILITARES**

**CAP, TMMEEL Bruno Alexandre Fonseca Martins do Vale**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2016/2017

Orientador: TCOR, ADMAER Nuno Alexandre Cruz dos Santos

Pedrouços 2017



### **Declaração de compromisso Antiplágio**

Eu, Bruno Alexandre Fonseca Martins do Vale, declaro por minha honra que o documento intitulado A utilização de Energias Renováveis nas Forças Armadas, as soluções técnicas disponíveis e a viabilidade da sua instalação nas plataformas e infraestruturas militares corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do CPOS FA 2016-2017 no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, 26 de junho de 2017

Bruno Alexandre Fonseca Martins do Vale  
CAP/TMMEL



## **Agradecimentos**

Todos os que de uma forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste Trabalho de Investigação Individual granjeiam o meu agradecimento.

Começo por dirigir um profundo agradecimento ao meu orientador, TCOR Nuno Santos, que me orientou numa fase inicial, acompanhou sempre e fez sugestões relevantes ao longo da investigação.

Agradeço também à Direção de Infraestruturas, nas pessoas do MAJ Pedro Costa e do MAJ Gonçalo Carvalho e ao CFMTFA, nas pessoas do MAJ Armando Venâncio, MAJ João Quintas, MAJ Jorge Martins e CAP Victor Nunes pela cedência de todos os documentos e dados solicitados para a realização do trabalho.

Agradeço de uma forma especial ao Engenheiro José Vidais, da Empresa SIVAC pela disponibilização de dados referentes à central elétrica instalada na empresa e ao Engenheiro José Eduardo, da empresa SEMIR, pelo fornecimento de dados técnicos relativos à implementação da central elétrica fotovoltaica, contributos que me permitiram retirar as conclusões que constam no trabalho.

Termino com um agradecimento muito sentido à minha família, em especial à minha esposa e às minhas filhas, Joana e Leonor, pela atenção que não lhes foi prestada durante todo o tempo de elaboração da presente investigação.

A todos, o meu sincero e muito obrigado!



## Índice

Introdução.....	1
1. Consumo energético – Combustíveis fósseis e energias renováveis.....	4
1.1. O consumo mundial de energia .....	4
1.1.1. A emissão de Gases com Efeito de Estufa. ....	6
1.2. Enquadramento histórico global .....	7
1.2.1. Enquadramento na União Europeia.....	8
1.2.2. Enquadramento Nacional .....	8
1.3. Energias Renováveis.....	9
1.4. Evolução utilização de energias renováveis .....	10
1.5. Painéis Solares Fotovoltaicos .....	12
1.6. Exemplo de utilização.....	13
1.6.1. Empresas Cíveis .....	13
1.6.2. Força Aérea .....	15
2. Implementação de Central Elétrica Fotovoltaica no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea .....	17
2.1. O Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea.....	17
2.2. Consumo de Energia Elétrica do Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea.....	17
2.3. Modalidades de Produção.....	18
2.4. A Central Elétrica Fotovoltaica .....	19
2.4.1. Viabilidade Operacional.....	21
2.4.2. Viabilidade Económica .....	23
2.5. Considerações Finais .....	25
Conclusões.....	26



## **Índice de Anexos**

Anexo A - Quantitativos de Militares do CFMTFA.....	Anx A-1
Anexo B - Consumos de energia elétrica do CFMTFA e respetivos custos .....	Anx B-1

## **Índice de Apêndices**

Apêndice A - Mapa Concetual .....	Apd A-1
-----------------------------------	---------

## **Índice de Figuras**

Figura 1 - Consumo mundial de energia desde 1990 a 2015.....	4
Figura 2 - Produção mundial de energia elétrica de 1985 a 2015 .....	5
Figura 3 - Produção de energia elétrica em Portugal de 1999 a 2015 .....	5
Figura 4 - Emissão de CO <sub>2</sub> provenientes de combustão fóssil, de 1971 a 2014 .....	6
Figura 5 - Evolução da incorporação de energias renováveis no consumo nacional, de 2005 a 2014.....	11
Figura 6 - Evolução da dependência energética do exterior de 1995 a 2014 .....	12
Figura 7 - Configuração de um PSF .....	12
Figura 8 - Produção de energia pela Central Elétrica da SIVAC .....	14
Figura 9 - Consumo anual de energia elétrica do CFMTFA de 2012 a 2016.....	18
Figura 10 - Características do módulo fotovoltaico AXITEC AC-270P/156-60S.....	19
Figura 11 - Inversor SMA <i>Sunny Tripower</i> .....	20
Figura 12 - Localização da Central Elétrica Fotovoltaica do CFMTFA .....	20
Figura 13 - Aspeto geral da instalação .....	21
Figura 14 - Diagrama de carga da instalação elétrica do CFMTFA de 03ABR2017 a 10ABR2017 .....	21

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1 - Produção de energia vs valor acumulado pela SIVAC .....	14
Tabela 2 - Consumo de energia elétrica da FA em 2015 e 2016 com o respetivo custo.....	15
Tabela 3 - Consumo de energia elétrica do CFMTFA em 2016 com o respetivo custo .....	17
Tabela 4 - Análise produtiva da instalação nos primeiros 15 anos .....	23



## **Resumo**

Em consonância com a legislação europeia, a Estratégia Nacional para a Energia 2020 incentiva à utilização de energias renováveis para reduzir a dependência dos combustíveis fósseis, e consequentemente, contribuir para o abrandamento do aquecimento global, bem como para a redução de custos com a fatura energética.

Pretende-se com este trabalho avaliar a viabilidade económica e operacional de implementação de uma central elétrica fotovoltaica no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea, mantendo o seu nível de operacionalidade, analisando qual a modalidade de produção que mais vantagens acarreta a esta Unidade Militar, contribuindo assim para a redução da despesa efetuada pelo consumo de energia elétrica.

O estudo é baseado nos consumos de energia elétrica, nos valores das faturas e na capacidade de produção de energia elétrica dos painéis solares fotovoltaicos através de documentação fornecida por uma empresa especializada nesta área. Conclui-se que a implementação de uma central elétrica fotovoltaica com uma potência de 250kWp, apesar de necessitar de um investimento inicial considerável, é altamente vantajosa pois apresenta um período de retorno de cerca de seis anos e que no seu período útil de vida, acaba por ser proveitosa financeiramente.

## **Palavras-chave**

Energias Renováveis; Central Elétrica Fotovoltaica; Autoconsumo; Viabilidade Económica; CFMTFA.





### **Abstract**

*In keeping with European legislation, the Portuguese National Strategy for Energy 2020 (Estratégia Nacional para a Energia 2020) instigates the use of renewable energy sources to lessen the dependence on fossil fuels, thus contributing not only to the global warming reduction but also to the decrease in energy cost.*

*The purpose of this research is to assess the economic and operational viability of installing a solar (photovoltaic) power plant at the Portuguese Air Force Training Center (Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea) whilst maintaining its level of operation. An analysis of the electrical generation modes will be conducted in order to determine which will herald the greatest benefits, consequently allowing for a significant reduction in electrical power overhead. The necessary historical data was obtained from actual Air Force expenses, whilst technical documentation (specifications of photovoltaic solar panels) was gathered from an available commercial solution.*

*This study found that the installation of a 250kWp photovoltaic power plant would be definitely advantageous, albeit a considerable initial investment: the payback period (approximately six years) is significantly lower than its useful life.*

### **Keywords**

*Renewable energy; Photovoltaic Power Station; Self-consumption; Economic viability; CFMTFA.*



### **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

ADENE	Agência para a Energia
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APREN	Associação Portuguesa de Energias Renováveis
BP	<i>British Petroleum</i>
CFMTFA	Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea
DGEG	Direção Geral de Energia e Geologia
DL	Decreto-lei
ENE2020	Estratégia Nacional para a Energia 2020
ER	Energias Renováveis
FA	Força Aérea
FER	Fontes de Energia Renováveis
FFAA	Forças Armadas
GEE	Gases com Efeito de Estufa
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IESM	Instituto de Estudos Superiores Militares
IUM	Instituto Universitário Militar
NEP-ACA	Norma de Execução Permanente – Académica
ONU	Organização das Nações Unidas
PCM	Presidência do Conselho de Ministros
PNAEE2016	Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética 2016
PNAER2020	Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis 2020
PQ	Protocolo de Quioto
PRI	Período de Recuperação do Investimento
PSF	Painéis Solares Fotovoltaicos
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
RESP	Rede Elétrica do Serviço Público
TI	Trabalho de Investigação
UE	União Europeia
UPAC	Unidade de Produção para Autoconsumo
UPP	Unidade de Pequena Produção



## **Introdução**

Para inverter a degradação da camada de ozono e o aumento dos efeitos adversos das alterações climáticas, foi assinado, em 1997, em Quioto, Japão, um acordo jurídico internacional – o Protocolo de Quioto (PQ) – onde os países signatários se comprometeram a reduzir drasticamente as emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

De acordo com o Parlamento Europeu (2016), a energia proveniente do sol, vento, água, biomassa e biocombustíveis apresenta-se como forte alternativa aos combustíveis fósseis, contribuindo para a redução das emissões de GEE e para a redução da dependência relativamente aos combustíveis fósseis.

A União Europeia (UE) tem vindo a adotar legislação própria, destacando-se o acordo obtido em 2015, em Paris, ratificado em outubro de 2016. Existem diretivas europeias relativas à emissão de gases poluentes, e consequentemente, à utilização de Fontes de Energia Renováveis (FER). As metas europeias visam alcançar, no horizonte de 2020, um aumento generalizado da utilização de FER e a consequente redução de utilização de energia primária e de emissão de GEE.

Em Portugal, o Governo definiu a Estratégia Nacional para a Energia 2020 (ENE2020) que incide no incentivo à utilização de energias renováveis (ER) e na redução de custos a curto/médio prazo no preço da energia. A ENE2020 estabelece como objetivos até ao ano de 2020 a redução da dependência dos mercados externos para 74%, no que respeita a combustíveis fósseis e que a produção de energia através de FER, em 2020, deve atingir cerca de 35% do consumo de energia final.

Decorrente dessa estratégia, o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética 2016 (PNAEE2016) e o Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis 2020 (PNAER2020) estabelecem objetivos claros de redução do consumo energético proveniente de combustíveis fósseis. O PNAER2020 prevê ações, que envolvem a Administração Pública, para reduzir consumos energéticos incrementando a utilização de ER. As Forças Armadas (FFAA), e mais especificamente a Força Aérea, (FA), têm vindo a implementar soluções energéticas sustentadas em FER, com vista a utilização eficiente da energia.

Assim, importa avaliar a viabilidade de implementar soluções de produção de energia elétrica através de FER na FA, e particularmente, no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea (CFMTFA), tendo em vista dois fatores importantes: a sustentabilidade do ambiente e a redução da fatura energética, sem que a operacionalidade



da Unidade seja afetada. A opção por esta Unidade deve-se ao conhecimento que o autor possui da mesma, mas também pelo espaço disponível e a sua localização, propícia à utilização de painéis fotovoltaicos.

Para o autor é um desafio enorme, motivador e encorajador, no intuito de poder colaborar na conservação do meio ambiente, e cumulativamente, na redução dos custos orçamentais relativos à energia.

O objeto de investigação é a implementação de uma central elétrica fotovoltaica. O estudo baseia-se nos benefícios e inconvenientes, qual o espaço físico necessário, custo de implementação, retorno do investimento e qual a modalidade mais vantajosa, se o autoconsumo, a venda à rede pública ou um compromisso entre as duas.

A investigação é delimitada em termos de conteúdo, à implementação da central fotovoltaica referida, em termos de espaço, ao CFMTFA, na atualidade.

O objetivo geral é avaliar a possibilidade de implementar uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA com o intuito de reduzir a fatura energética, do qual emergem os objetivos específicos:

- Avaliar a viabilidade operacional de implementar uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA;
- Avaliar a viabilidade económica de produção de energia elétrica para autoconsumo e/ou para venda à Rede Elétrica do Serviço Público (RESP), no CFMTFA;

Considerando os objetivos referidos, a investigação incide na resposta à questão central: Qual o impacto de implementar uma central fotovoltaica para produção de energia elétrica, no CFMTFA? Desta questão derivam:

- Será viável, em termos operacionais, a implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA?
- Será economicamente viável a implementação de uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA?

O mapa conceptual que suporta esta investigação encontra-se detalhado no apêndice A.

A investigação segue um raciocínio dedutivo com “o objetivo de explicar o conteúdo das premissas. Por intermédio de uma cadeia de raciocínio em ordem descendente, de análise do geral para o particular, chega a uma conclusão” (Prodanov e Freitas, 2013, p. 27). É um estudo transversal baseado numa estratégia de investigação qualitativa onde se pretende compreender e interpretar as teorias na sua globalidade, sustentada



essencialmente em pesquisa documental, nomeadamente em legislação, em consumos de energia elétrica, em dados fornecidos pela Empresa SEMIR e em entrevistas, exploratórias numa primeira fase, posteriormente semiestruturadas, e finalmente, de verificação. Uma vez que é recolhida informação sobre uma única Unidade, no caso o CFMTFA, o tipo de pesquisa encetado é o estudo de caso.

O desenvolvimento inicia-se com o capítulo um que é composto pelo enquadramento das energias renováveis, pelo estado atual de utilização de energia fotovoltaica na FA e também, alguns exemplos de soluções fotovoltaicas adotadas por empresas civis. O segundo capítulo refere-se à implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA, com especial ênfase nas vantagens financeiras que a implementação de uma central fotovoltaica pode ter. Por fim, são efetuadas conclusões, baseadas na avaliação dos resultados obtidos, contributos para o conhecimento e ainda algumas recomendações.



## 1. Consumo energético – Combustíveis fósseis e energias renováveis

### 1.1. O consumo mundial de energia

A energia é um bem essencial à sobrevivência no planeta pois está associada a fatores básicos do dia-a-dia, como o movimento, iluminação, comunicação, entre outros. Não é pois de estranhar que o consumo mundial de energia aumente constantemente. Segundo a *British Petroleum (BP) Statistical Review of World Energy* (2016, p.42) e conforme a figura um, em 2015 houve um crescimento do consumo de energia primária em cerca de 1% relativamente ao ano transato, para o qual muito contribuíram os países com economias emergentes.

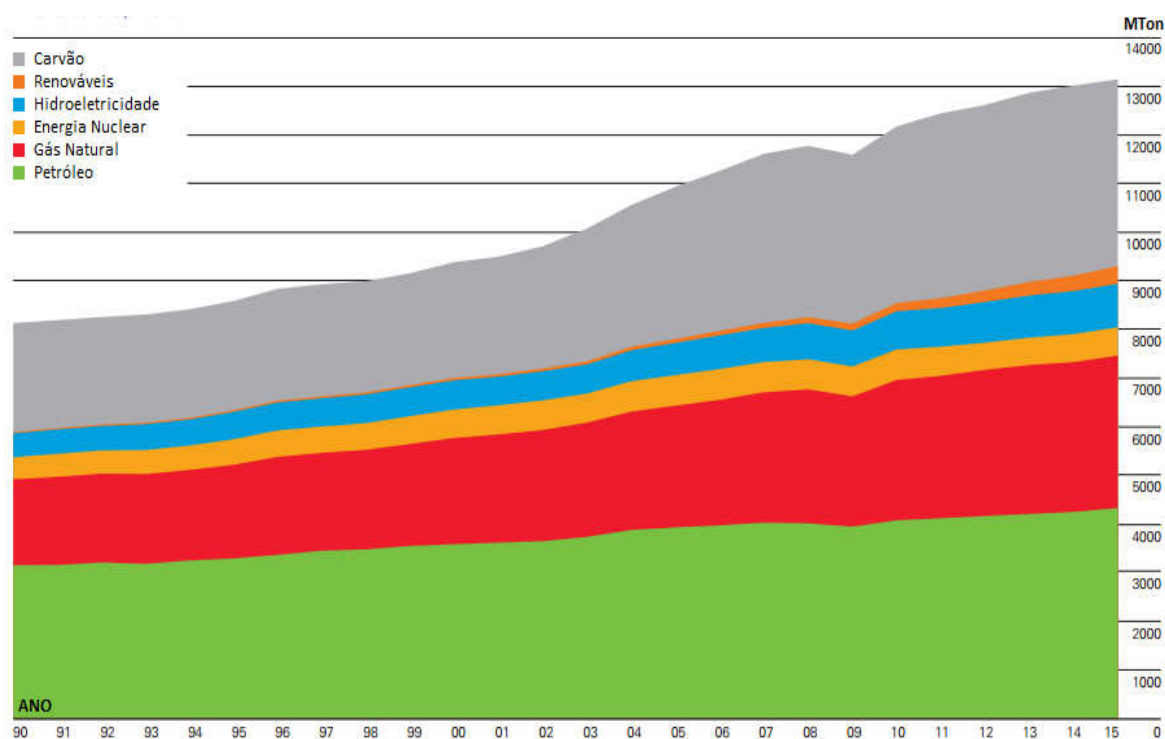


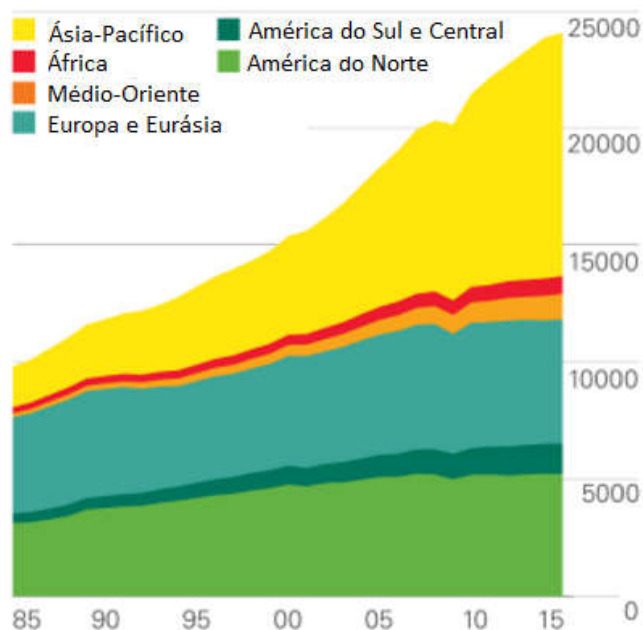
Figura 1 - Consumo mundial de energia desde 1990 a 2015

Fonte: (BP, 2016, p. 42)

Os combustíveis fósseis, como o petróleo, o gás natural e o carvão são, desde há muitas décadas, os combustíveis dominantes. As ER, sendo energias provenientes de fontes inesgotáveis como a água, o sol e o vento, também tiveram uma taxa de utilização recorde, atingindo 2,8% da produção energética total.

No que respeita à geração de energia elétrica, verifica-se na figura dois, que a produção tem vindo a aumentar, tendo atingido em 2015 cerca de 24.100TWh<sup>1</sup>.

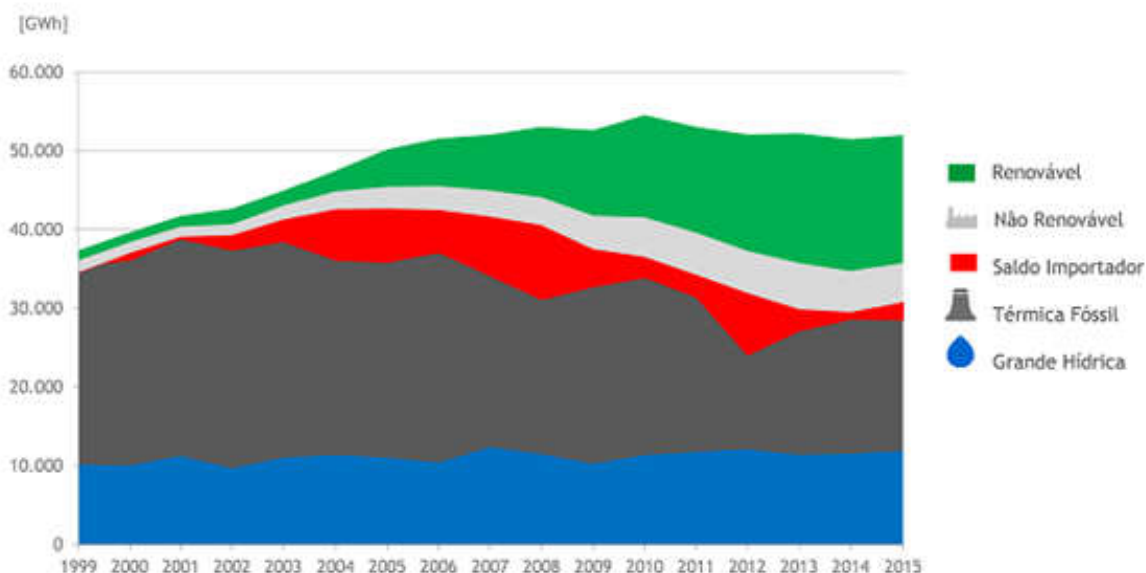
<sup>1</sup> T-Tera, equivalente a multiplicar a unidade por 10<sup>12</sup>



**Figura 2 - Produção mundial de energia elétrica de 1985 a 2015**

**Fonte:** (BP, 2016, p. 2)

Considerando agora a produção de energia elétrica em Portugal, mostra-se na figura três a evolução da mesma. Contando com o saldo importador, a produção foi, em 2015, de 51TWh, destacando-se a crescente produção de energia através de FER.



**Figura 3 - Produção de energia elétrica em Portugal de 1999 a 2015**

**Fonte:** (APREN, 2016)



### 1.1.1. A emissão de Gases com Efeito de Estufa.

“O Efeito de Estufa é um fenómeno que ocorre naturalmente na atmosfera. Neste mecanismo estão envolvidos gases que permitem que a luz do sol penetre na superfície terrestre, mas que impedem que a radiação e o calor voltem ao espaço, mantendo assim um nível de aquecimento ótimo para a manutenção da vida” (Portal do Ambiente, 2016).

“O panorama mundial energético está em constante mudança, quer por força da economia, diretamente ligada à procura de energia, quer por força das alterações climáticas que nos obrigam a uma ação imediata e concertada para travar o escalar das emissões de GEE” (DGEG, 2016, p. 1). De facto, o atual nível de produção de energia baseada em combustíveis fósseis associado ainda à desflorestação (as florestas são as principais consumidoras de dióxido de carbono) leva também à produção de gases que interferem com a estabilidade do efeito de estufa e da camada de ozono. De acordo com o Portal do Ambiente (2016), os gases que intervêm nestas alterações são o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano, clorofluorcarboneto, o ozono e o óxido nitroso. As concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera são as que mais têm aumentado. Segundo dados da *International Energy Agency* (IEA) (2016, p.9), em 2015, a concentração média de CO<sub>2</sub> foi cerca de 40% superior do que 1850, com um crescimento médio de duas partes por milhão/ano nos últimos dez anos. Este aumento da concentração de GEE está a provocar o aquecimento global do planeta, e consequentemente, alterações climáticas com consequências nefastas a nível ambiental, com graves transformações na fauna, na flora e no nível das águas. Na figura quatro é visível o incremento de emissão de CO<sub>2</sub>, em milhões de toneladas (Mton), provenientes de combustíveis fósseis.

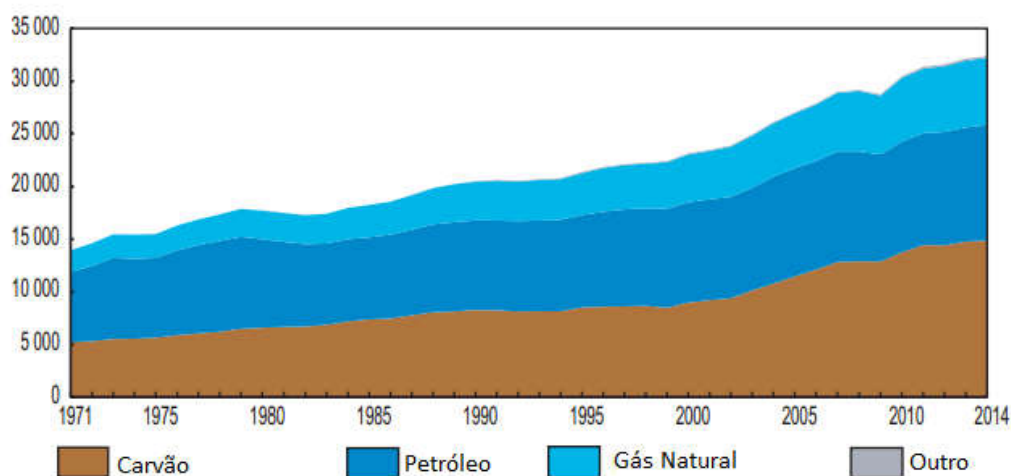


Figura 4 - Emissão de CO<sub>2</sub> provenientes de combustão fóssil, de 1971 a 2014

**Fonte:** (IEA, 2016b, p. 44)





Houve a necessidade de tomar medidas no sentido de reduzir a emissão de GEE e foi assim que surgiu a primeira grande Convenção sobre as alterações climáticas, o Protocolo de Quioto.

### 1.2. Enquadramento histórico global

De acordo com Leal (2010, p.1), a percepção de que as alterações climáticas decorrentes da emissão de GEE estavam a ter graves repercussões no ambiente e o conhecimento de que até 2050, as emissões de GEE teriam de ser reduzidas em 50% face aos valores de 1990, levaram à realização da Conferência do Rio, em 1992, na qual os estados signatários negociaram medidas tendo em vista a estabilização dos GEE. Em 1997, surge então o PQ que introduziu novas metas na emissão de gases baseadas na redução em 5,2% de GEE, até 2012, face aos valores registados em 1990, num claro investimento nas energias renováveis e na proteção de florestas.

Em 2007 iniciaram-se no Bali negociações sobre um novo acordo substituto do PQ, tendo terminado em 2009 na Conferência de Copenhaga. Não foi uma cimeira conclusiva pois apesar do acordo de redução da emissão de GEE para que a temperatura global não aumentasse mais do que 2°C, houve alguma discórdia quanto à taxa de redução de gases, nomeadamente da China e Índia que não pretendiam uma redução tão drástica e dos Estados Unidos da América que desejavam que as emissões de gases das suas indústrias instaladas em países subdesenvolvidos pertencessem a esses países.

Seguiu-se, em 2013, a Cimeira de Varsóvia. De acordo com a *Australian Broadcasting Corporation*<sup>2</sup> (2013), não foram esboçadas novas metas mas foram elaborados programas para os países desenvolvidos apoiarem os mais pobres a lidar com as alterações climáticas e foi acordado que os países teriam que anunciar, até 2015, em Paris, planos a nível nacional, para reduzir as emissões de GEE.

O Acordo de Paris, ratificado em outubro de 2016, "representa uma mudança de paradigma, com o reconhecimento explícito de que apenas com o contributo de todos é possível vencer o desafio das alterações climáticas. O Acordo é verdadeiramente global, equilibrado, justo, ambicioso e duradouro, dá confiança e previsibilidade para uma trajetória global de baixo carbono que melhore a resiliência e reduza a vulnerabilidade das sociedades às alterações climáticas." (APA, 2016). O objetivo do acordo, segundo a Organização das Nações Unidas (2016) é que a temperatura global não aumente mais de

---

<sup>2</sup> Cadeia de televisão australiana



1,5°C tendo como referência as temperaturas da era pré-industrial, assente na descarbonização global e baseada essencialmente na utilização de energia proveniente de FER.

#### 1.2.1. Enquadramento na União Europeia

A UE tem-se destacado no combate ao aquecimento global, quer no empenho demonstrado nas negociações, quer na adoção de políticas bem mais ambiciosas comparativamente com as definidas nas Convenções. Refere Leal (2010, p.1) que no quadro 2008-2012, a UE se comprometeu a reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> em 8%, bem acima dos 5,2% definidos no PQ. Criou o Comércio Europeu de Licenças de Emissão para regulação da emissão de GEE, atribuição de licenças, monitorização e comunicação de emissões, através da Diretiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro, alterada pela Diretiva 2008/101/CE.

Na Diretiva 2009/29/CE surge o Pacote Clima-Energia 20-20-20. Até 2020, os estados membros estão obrigados, a *“20% de redução das emissões de gases com efeito de estufa relativamente aos níveis de 1990, 20% de quota de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto e 20% de redução do consumo de energia primária...”* (PCM, 2013, p. 2022).

De acordo com a *Eurostat*<sup>3</sup> (2016a), em 2014, as emissões de GEE na UE diminuíram 23% comparativamente com 1990, já acima dos 20% pretendidos, as energias renováveis contribuíram com 16% para o consumo e a eficiência energética aumentou 15,7%, no entanto a temperatura média global continua a aumentar e o ano de 2015 foi o mais quente de que há registo.

#### 1.2.2. Enquadramento Nacional

“Portugal não é exceção, e o clima económico que se vive tem implicações diretas no consumo de energia que tem vindo a diminuir nos recentes anos. Portugal está na dianteira no que toca à aposta nas energias renováveis, tendo alcançado resultados bastante positivos nos últimos anos” (DGEG, 2016, p. 1).

As metas ambientais definidas, bem como a conjuntura económica portuguesa, levam, por um lado, à necessidade prioritária de aumentar a eficiência energética para redução do consumo e, por outro, a diminuir a dependência energética do exterior com o consequente aumento dos recursos provenientes de FER.

---

<sup>3</sup> Organização da Comissão Europeia que produz dados estatísticos sobre várias áreas.



Pela pesquisa efetuada, desde 1986 que existem programas de incentivo à utilização de ER, no entanto, ou por dificuldades económicas ou por questões burocráticas, a sua implementação não foi a desejada. As diretivas europeias acrescentaram a obrigatoriedade da existência de um plano de utilização de energias provenientes de FER.

De acordo com Associação Portuguesa de Energias Renováveis (APREN) (2016), na ENE2020 definem-se as orientações estratégicas no domínio da energia que assentam em cinco linhas essenciais, independência energética e financeira, aposta em FER, promoção da eficiência energética, segurança do abastecimento e sustentabilidade económica e ambiental. Este documento estabelece o PNAER2020 que é um instrumento de planeamento no âmbito da utilização de ER, para estabelecer metas e modos de as obter, identificando ainda as barreiras e o potencial de melhoria.

O PNAER2020 fixa o objetivo de 31% de utilização de energia proveniente de FER no consumo final. Em 2010, “Portugal apresenta, aliás, um dos melhores registos históricos a nível europeu no cumprimento da incorporação de FER no consumo bruto de energia” (PCM, 2013, p. 2069).

Por imperativo europeu, e em articulação com os novos indicadores de procura de energia, a ENE2020, e consequentemente, o PNAEE2016 e o PNAER2020 foram revistos através da Resolução de Conselho de Ministros (RCM) nº 20/2013. O PNAER2020 define como meta a atingir, 35% de utilização de FER no consumo final em eletricidade, transporte e aquecimento/arrefecimento. Pretende-se que em 2020, Portugal registe uma potência instalada de cerca de 15.800 MW, correspondendo a um aumento de 49% face aos valores de 2011. Com as metas propostas, Portugal vai conseguir cumprir as metas europeias antes mesmo de 2020. Além disso, o plano estima criar 70.000 novos postos de trabalho e poupar cerca de 2.650 milhões de euros na fatura energética. Permite ainda baixar a dependência financeira dos mercados externos de 79%, registados em 2013 para 74% em 2020, bem como a redução de CO<sub>2</sub> em 26,8Mton.

### **1.3. Energias Renováveis**

As ER não são mais do que energias consideradas limpas, originárias de recursos naturais, que se julgam inesgotáveis e são fortes alternativas aos combustíveis fósseis uma vez que não são emissoras de CO<sub>2</sub>, contribuindo assim para a redução de emissão de GEE.



As FER mais utilizadas atualmente são o sol, a água<sup>4</sup>, o vento<sup>5</sup>, a biomassa<sup>6</sup>, os biocombustíveis<sup>7</sup> e o calor da Terra<sup>8</sup>. A génese deste trabalho incide na geração de energia elétrica com base na energia solar. A energia solar consiste no aproveitamento dos raios infravermelhos e ultravioletas provenientes da luz solar para transformar em energia elétrica ou térmica. Para geração de energia elétrica utilizam-se painéis fotovoltaicos e para a opção de aquecimento de águas, utiliza-se painéis solares térmicos.

#### 1.4. Evolução utilização de energias renováveis

De acordo a IEA (2016c) as previsões do *World Energy Outlook*<sup>9</sup> apontam para que 60% da energia gerada em 2040 seja proveniente de FER, e destas, metade, vinda de energia solar e eólica.

A *Eurostat* (2016a) refere que devido às reduções de custos e aos regimes de apoio eficazes, a quota de energia eólica e solar aumentou de forma particularmente rápida, apresentando-se como alternativas cada vez mais competitivas relativamente aos combustíveis fósseis.

Segundo dados da BP (2016, p. 37), o consumo mundial de energia renovável cresceu 15% em 2015, fornecendo 6,7% da energia elétrica mundial. A energia produzida proveniente do sol encontra-se a aumentar consideravelmente, tendo, atualmente, a potência instalada<sup>10</sup> triplicado desde 2011, atingindo cerca de 231GW. Apesar deste aumento, a sua quota global de geração de energia global permanece baixa, em 1,1%.

Em Portugal, “a política energética assenta em dois pilares fundamentais, a racionalidade económica e a sustentabilidade, preconizando para tal medidas de eficiência energética, a utilização de energia proveniente de fontes endógenas renováveis e a necessidade de reduzir custos” (ADENE, 2016). Existe um aumento acentuado da

---

<sup>4</sup> A energia proveniente da água é a maremotriz e a hidráulica. A primeira é a energia resultante das oscilações das águas dos mares, que é convertida em energia elétrica. A segunda, também conhecida como hídrica ou hidroelétrica, é a energia proveniente da passagem das águas dos rios nas turbinas das barragens. Segundo a DGEG (2016, p.35), a energia hídrica corresponde a cerca de 50% do total das ER utilizadas para produção de energia elétrica.

<sup>5</sup> A energia eólica é a energia resultante da transformação da energia do vento, normalmente, em energia elétrica, com aerogeradores colocados em locais estratégicos.

<sup>6</sup> A energia da biomassa é a energia resultante da decomposição de resíduos do ecossistema animal ou vegetal, ou ainda de lixo domésticos.

<sup>7</sup> Biocombustível é o combustível utilizado no ramo dos transportes, obtido através da biomassa. O Portal da Energia (2017) considera como sendo biocombustíveis, o bioetanol, o biodiesel, o biogás, o biometanol, entre outros.

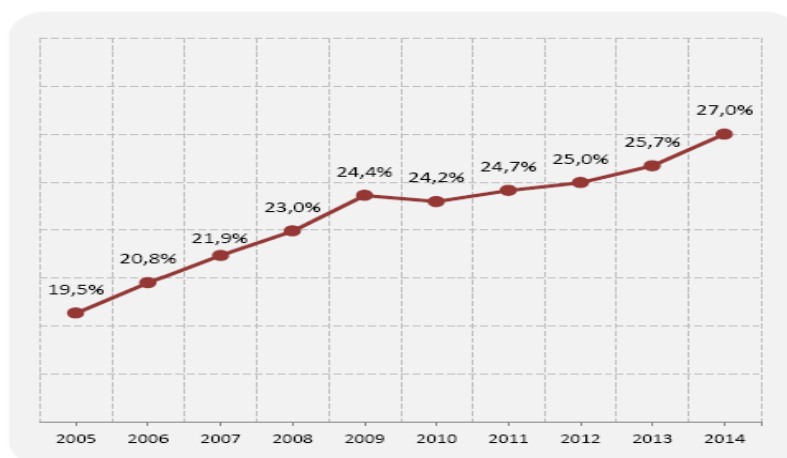
<sup>8</sup> A energia geotérmica é a energia proveniente do calor da Terra para gerar energia elétrica.

<sup>9</sup> Relatório da IEA com as previsões de utilização das energias.

<sup>10</sup> “Potência máxima em regime contínuo para a qual um equipamento ou instalação foram projetados” (ERSE, 2017).



produção de energia por FER, visível na figura cinco, sendo a grande responsável a energia hídrica apesar da, também crescente, utilização das energias eólica e solar.



**Figura 5 - Evolução da incorporação de energias renováveis no consumo nacional, de 2005 a 2014**

**Fonte:** (DGEG, 2016, p. 8)

De acordo com a Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) (2016, p.9), em 2014 a média da UE foi 16%, tendo Portugal registado a sétima melhor prestação a nível da energia de uma forma geral, e o terceiro melhor desempenho no que respeita a utilização de FER para produção de eletricidade<sup>11</sup>.

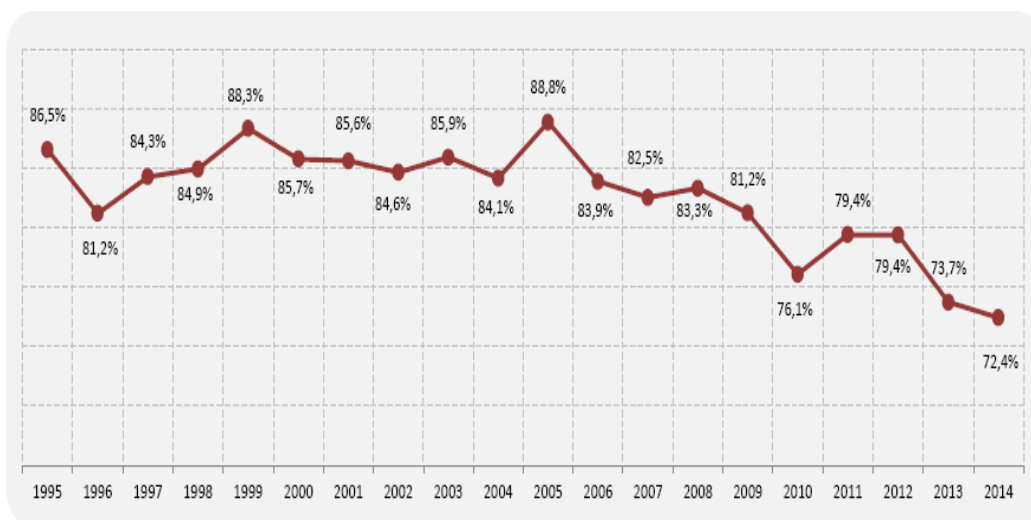
No que respeita à utilização de FER para consumo de energia elétrica, 2016 foi “um ano de recordes, com o consumo de eletricidade em Portugal assegurado em 64%<sup>12</sup> por fontes renováveis” (APREN, 2017), facto que permitiu no mês de maio de 2016, o consumo ininterrupto de FER, durante 107h. Este consumo, unicamente através de FER, atingiu um total anual de 1130h e permitiu ainda que o saldo exportador atingisse valores recorde. Relativamente às metas Europeias para 2020, Portugal, em 2016, conseguiu produzir, cerca de 91% do acordado, de energia elétrica por FER.

A utilização de ER em Portugal acarretou "um ganho económico por redução do preço de mercado de 900 M€ e evitaram a importação de 890 M€ de combustíveis fósseis, sendo responsável por um volume de exportação de mais de 400 M€" (APREN, 2017, p. 2).

Assim verifica-se que a dependência energética do exterior tem diminuído consideravelmente, como é visível na figura seguinte.

<sup>11</sup> Em 2014, média da UE foi 27,5% e de Portugal foi 52,1% segundo dados da DGEG (2016, p.9)

<sup>12</sup> Segundo dados da APREN (2017), a geração por fonte foi: hídrica - 16,6 TWh; eólica - 12,2 TWh; bioenergia - 2,7 TWh; solar fotovoltaica - 0,8 TWh.



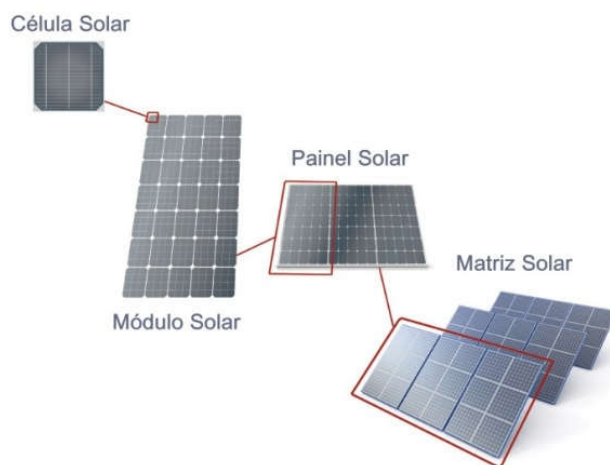
**Figura 6 - Evolução da dependência energética do exterior de 1995 a 2014**

**Fonte:** (DGEG, 2016, p. 2)

No que respeita aos GEE, perante os valores referidos, “têm registado um decréscimo significativo nos últimos anos, fruto da adoção de medidas neste âmbito, em especial no setor da energia que compõe cerca de 70% das emissões totais” (DGEG, 2016, p. 6).

### 1.5. Painéis Solares Fotovoltaicos

São estruturas que convertem a luz solar em energia elétrica, absorvendo os fótons com diferentes níveis de energia para libertar eletrões através do efeito fotovoltaico, criando assim, uma tensão elétrica, e quando o circuito for fechado, uma corrente elétrica. Cada Painel Solar Fotovoltaico (PSF) contém várias células fotovoltaicas que, consoante a potência desejada, são associadas até se obter a matriz solar, conforme a figura seguinte.



**Figura 7 - Configuração de um PSF**

**Fonte:** (Portal da Energia, 2017)



As células são constituídas por materiais semicondutores baseados na utilização do silício, que sendo um material que existe em abundância, torna esta solução, económica e ecológica. O seu funcionamento assenta na absorção de fótons da luz solar por parte de uma camada eletricamente negativa que vai transmitir energia aos eletrões dessa mesma camada. Os eletrões ao garantirem essa energia vão movimentar-se para uma camada eletricamente positiva, criando assim uma diferença de potencial entre as duas camadas. A tensão e a corrente gerada pelo PSF, são contínuas mas como a generalidade dos aparelhos doméstico funcionam com Corrente Alternada, é necessário introduzir no circuito, um inversor. A eletricidade produzida pode ser consumida de imediato, armazenada em baterias ou injetada na rede pública. A vida útil dos PSF é de cerca de 25 anos.

Este sistema possui como vantagens o facto de não ser poluente, no que respeita à emissão de GEE, e ter pouca necessidade de manutenção. No entanto, apresenta como desvantagens, ser, ainda, uma tecnologia com baixo rendimento (inferior a 20%) e não produzir energia durante a noite.

#### **1.6. Exemplo de utilização**

Como referido anteriormente, a aposta na utilização da energia solar tem vindo a aumentar gradualmente nos últimos anos.

##### **1.6.1. Empresas Civis**

Segundo o Portal das Energias Renováveis (2017), a IKEA instalou, em 2016, painéis solares na cobertura das suas lojas de Alfragide, Matosinhos e Loures, para autoconsumo. O investimento rondou os 4M€, com a instalação de 10.000 PSF. Esta solução permite que 98% da energia produzida seja consumida nas lojas, traduzindo-se ainda em ganhos financeiros ao longo dos anos e a redução de emissão de 1.250 toneladas de CO<sub>2</sub>.

A LIPOR, empresa de gestão de resíduos do Porto, instalou em 2013 uma central elétrica fotovoltaica constituída por 1.200 PSF, num espaço de 4.800m<sup>2</sup>, com um investimento de cerca de 500.000€. A sua produção anual é de cerca de 370MWh, tendo em três anos produzido mais de um milhão de kWh, contribuindo para a não emissão anual de cerca de 174 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Também em 2013, a SIVAC<sup>13</sup>, instalou PSF na cobertura do seu edifício. De acordo com Vidais (2017), diretor da empresa, a potência instalada é de 640kWp<sup>14</sup> num

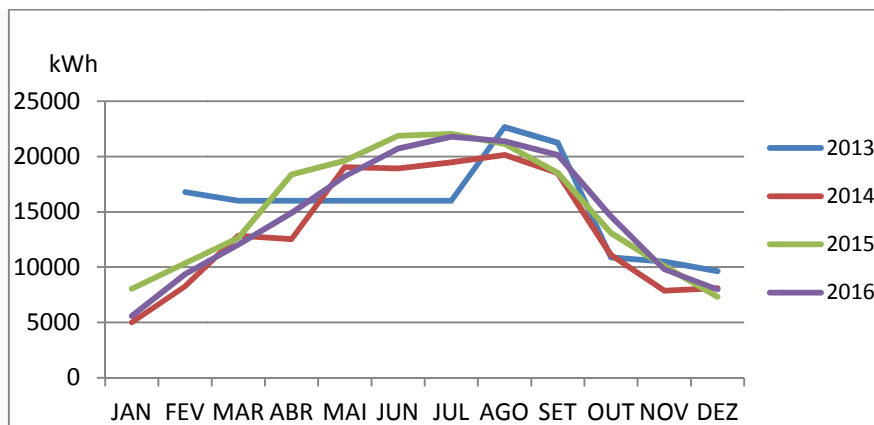
---

<sup>13</sup> Empresa vitivinícola sediada em Aveiras de Cima





investimento de 243.000€. A modalidade praticada pela empresa é a de venda à rede pública da totalidade da energia produzida pela central, sendo a empresa, ressarcida através do regime bonificado ao preço de 0,2030€ por kWh. Pode-se observar seguidamente os dados referentes a esta central, os quais foram cedidos pelo diretor da empresa.



**Figura 8 - Produção de energia pela Central Elétrica da SIVAC**

**Fonte:** (Vidaís, 2017)

Uma vez que a fonte é o sol, nos meses de verão, a produção é superior, comparativamente com os meses de inverno.

**Tabela 1 - Produção de energia vs valor acumulado pela SIVAC**

Ano	Produção (kW)	Receita	Acumulado
2013	171.648	34.197,73€	34.197,73€
2014	161.769	32.831,02€	67.028,74€
2015	183.107	37.161,57€	104.190,31€
2016	176.482	35.817,02€	140.007,33€

**Fonte:** (Vidaís, 2017)

Pela análise do gráfico da figura oito e da tabela um, constata-se que em quatro anos, a SIVAC, já recuperou cerca de 140.000€, correspondente a 57% do investimento inicial. Vidaís (2017) estima ter a totalidade do investimento recuperado em 2019. Realça-se o facto de que "a estimativa de produção ao fim de quatro anos era cerca de 165.550kW, que representaria um ganho acumulado de aproximadamente 129.000€. A produção tem superado as expectativas, e efetivamente, já existe um encaixe de 11.000€ superior à estimativa inicial" (Vidaís, 2017).

A empresa responsável pela implementação da central atribuiu um tempo de vida útil, aos PSF, de pelo menos 25 anos (até 2037) pelo que a SIVAC espera obter um lucro superior a 630.000€.

<sup>14</sup> kWp (kiloWatt pico) - Unidade da potência máxima produzida por células fotovoltaicas





### 1.6.2. Força Aérea

Na FA, e no que respeita aos dois anos transatos, o consumo anual de energia proveniente da RESP foi cerca de 31GWh, que representaram um custo, também anual, superior a 4.000.000€, conforme a tabela dois.

**Tabela 2 - Consumo de energia elétrica da FA em 2015 e 2016 com o respetivo custo**

<b>Unidades/Órgãos</b>	<b>Consumo (kWh) 2015</b>	<b>Custo</b>	<b>Consumo (kWh) 2016</b>	<b>Custo</b>
Aeródromo de Manobra nº1	605.885	74.196,12€	591.576	72.015,13€
Aeródromo de Manobra nº3	255.291	48.892,55€	245.585	40.647,90€
Aeródromo de Transito nº1	415.805	60.207,18€	420.457	61.277,36€
Complexo de Sintra	2.285.641	320.199,99€	2.245.154	303.530,72€
Base Aérea nº4	1.928.198	287.332,87€	1.922.248	262.339,33€
Base Aérea nº5	3.131.949	431.124,89€	3.262.329	437.210,74€
Base Aérea nº6	2.598.871	344.494,34€	2.511.042	337.864,34€
Base Aérea nº11	3.150.774	441.222,08€	3.011.019	432.965,99€
Comando Aéreo	3.653.189	459.772,66€	3.661.706	475.808,30€
<b>CFMTFA</b>	<b>1.687.619</b>	<b>238.644,15€</b>	<b>1.694.243</b>	<b>225.996,98€</b>
Campo de Tiro	691.735	91.932,84€	734.384	98.903,09€
Direção de Comunicação e Sistemas de Informação	129.281	19.644,15€	115.274	17.510,19€
Depósito Geral de Material da FA	695.343	109.294,43€	753.242	107.714,43€
Estação Radar nº1	2.151.009	223.024,25€	2.517.118	363.192,49€
Estação Radar nº2	2.417.418	282.871,48€	2.331.700	268.921,15€
Estação Radar nº3	2.287.672	285.589,02€	2.102.464	344.967,33€
Estação Radar nº4	892.094	120.954,21€	914.277	123.237,70€
Unidade de Apoio de Lisboa	1.910.563	304.535,39€	1.981.455	304.621,80€
<b>Total</b>	<b>30.888.335</b>	<b>4.143.932,60€</b>	<b>31.015.275</b>	<b>4.278.724,97€</b>

**Fonte:** (Direção de Infraestruturas, 2017)

Nas instalações da FA, e tendo em consideração a utilização do sol como FER, existem algumas situações pontuais aplicadas. Segundo Carvalho (2016), já existem edifícios onde se recorre a FER, nomeadamente, com painéis solares térmicos para aquecimento de águas sanitárias e painéis fotovoltaicos para produção de energia elétrica. No entanto, estas soluções só estão a ser implementadas em edifícios construídos de raiz ou em edifícios que vão sofrendo grandes obras de reabilitação. No Campo de Tiro de Alcochete existem PSF instalados para alimentação elétrica da torre de tiro. Refere ainda que em várias unidades estão implementadas soluções de aquecimento de águas sanitárias, baseadas na utilização de painéis solares térmico. A título de exemplo, no CFMTFA este sistema permite uma poupança anual de 30.000€ na fatura do gás.

Costa (2017) afirma que a FA mantém uma atitude reativa, pois não existem verbas para o investimento inicial, e que, apesar de se saber que é um investimento rentável a



curto/médio prazo, sem apoio financeiro de fundos de investimento, torna-se impossível realizar projetos desta natureza.

Assim, após a revisão da literatura, a apresentação de alguns exemplos de aplicação prática de utilização de ER na produção de energia elétrica, dos consumos e das faturas mensais, apresenta-se de seguida o estudo da viabilidade da implementação da central fotovoltaica no CFMTFA de acordo com o modelo de análise, metodologia, desenho de pesquisa e raciocínio indicados anteriormente, baseando o mesmo, essencialmente em entrevistas e análise documental.



## **2. Implementação de Central Elétrica Fotovoltaica no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea**

### **2.1. O Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea**

O CFMTFA é uma Unidade Militar pertencente à FA que se localiza em Ota, perto de Alenquer e depende hierarquicamente do Comando de Pessoal da FA. Segundo o Estado-maior da Força Aérea (EMFA) (2017), decorrente da sua missão, compete ao CFMTFA ministrar cursos de formação militar geral, de formação técnica, de especialização, de qualificação ou de atualização, de formação profissional de pessoal civil da FA, de formação em áreas de reconhecido interesse para a FA ou estabelecidos por acordo do Ministério da Defesa Nacional com entidades nacionais ou estrangeiras, assente na componente militar, humanística, técnica e científica.

De acordo com Quintas (2017), à data de 31 de janeiro de 2017, permaneciam no CFMTFA 708 militares, dos quais 280 colocados na Unidade e 428 em formação, conforme tabela constante no anexo A.

### **2.2. Consumo de Energia Elétrica do Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea**

Atualmente, o CFMTFA tem contrato de fornecimento de energia elétrica com a GALP POWER, SA. Nunes (2017), Comandante da Esquadra de Manutenção de Material Eletrotécnico, refere que o consumo de energia elétrica nesta Unidade, em 2016, foi de 1.694.243 kWh, que, em termos financeiros, representou um encargo de 225.996,98€, conforme visível na tabela três.

**Tabela 3 - Consumo de energia elétrica do CFMTFA em 2016 com o respetivo custo**

<b>2016</b>	<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Fatura Mensal (€)</b>
janeiro	175.740	23.780,08
fevereiro	175.740	23.058,42
março	163.831	21.620,04
abril	147.043	19.593,03
maio	121.651	16.546,05
junho	122.238	16.761,20
julho	132.387	18.051,70
agosto	114.650	15.347,80
setembro	127.073	17.039,81
outubro	121.554	16.128,01
novembro	143.275	19.004,10
dezembro	149.061	19.066,74
<b>TOTAL</b>	<b>1.694.243</b>	<b>225.996,98</b>

O consumo médio do CFMTFA a cinco anos, cujos consumos anuais podem ser observados no gráfico da figura nove, foi de 1.530.716 kWh. No anexo B encontram-se



para consulta as tabelas referentes aos consumos mensais e totais dos últimos cinco anos, a média mensal e o valor pago ao longo do ano.

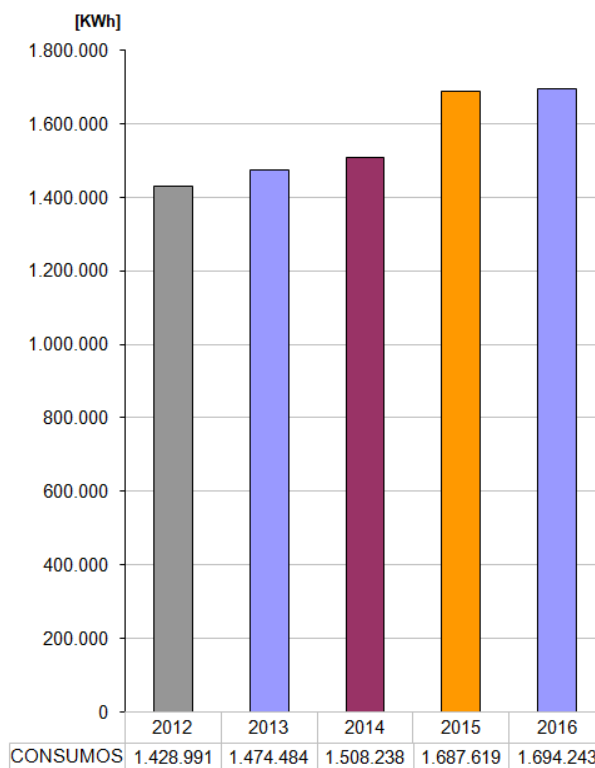


Figura 9 - Consumo anual de energia elétrica do CFMTFA de 2012 a 2016

**Fonte:** (Nunes, 2017)

### 2.3. Modalidades de Produção

A legislação nacional, aplicada às energias renováveis, prevê a produção descentralizada de energia elétrica com base em duas modalidades: as Unidades de Produção para Autoconsumo (UPAC) e as Unidades de Pequena Produção<sup>15</sup> (UPP). O Decreto-lei (DL) n.º 153/2014 cria os regimes jurídicos aplicáveis à produção de eletricidade através de FER, para autoconsumo e para venda à RESP através de UPP.

A UPAC permite a produção da própria energia para consumo, reduzindo assim de uma forma direta os encargos energéticos. A produção é injetada diretamente na instalação do consumidor e pode ser efetuada com ou sem ligação à RESP. No caso de existir produção excedente, a mesma pode ser armazenada em baterias para consumo posterior ou injetada e vendida à RESP<sup>16</sup>. A potência de ligação, segundo os artigos quinto e oitavo têm

<sup>15</sup> Anteriormente designadas de Unidades de Miniprodução ou de Microprodução.

<sup>16</sup> Conforme o artigo sétimo, alínea c), sendo a remuneração feita de acordo com a fórmula constante no artigo 24º de acordo com o Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, (2014, p. 5301 e 5305).



de ser inferior ou igual a 100% da potência contratada sendo que o dimensionamento da instalação desta modalidade deve fazer equivaler a energia produzida com a consumida. Quanto às UPP, a totalidade da produção é injetada na RESP e vendida de acordo com as tarifas reguladas pelo setor. Nesta modalidade, a potência de ligação "não pode ser superior à quota anual de 20 MW" (Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2014, p. 5307).

#### 2.4. A Central Elétrica Fotovoltaica

Tendo em conta as metas estabelecidas no PNAER2020 e a poupança na fatura energética através da utilização de PSF, mostra-se agora o estudo realizado para a implementação da central fotovoltaica no CFMTFA.

Com a colaboração da empresa SEMIR foi efetuado o dimensionamento da central fotovoltaica. Eduardo (2017)<sup>17</sup> relatou que o dimensionamento visa o máximo retorno de investimento aproveitando o regime ótimo de funcionamento dos componentes, tendo sido estes criteriosamente seleccionados num exigente critério de qualidade, sendo as marcas dos equipamentos propostos de tecnologia europeia e referenciadas mundialmente.

Para a produção de 250kWp, a instalação é composta por 926 módulos fotovoltaicos AXITEC AC-270P/156-60S, ou equivalentes, colocados no solo numa zona de exposição solar. Cada módulo tem a capacidade de produzir 270Wp, totalizando 250.020Wp de potência instalada. São módulos com uma eficiência de 16,29% e que têm ótimas prestações mesmo durante os meses de inverno. "O fabricante garante que ao fim de 15 anos, a performance se mantém acima dos 90% e ao fim de 25, ainda é superior a 85%" (Eduardo, 2017), conforme pode ser observado na figura dez.

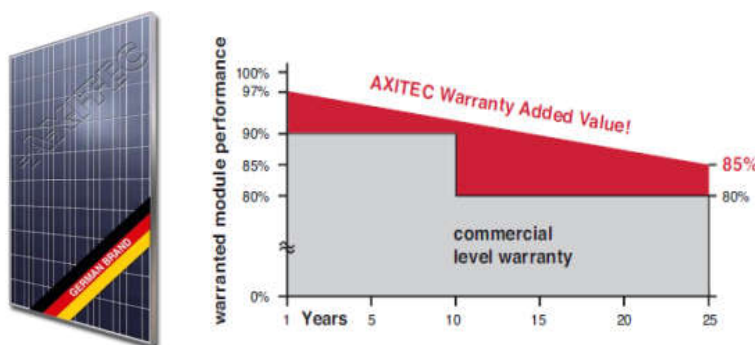


Figura 10 - Características do módulo fotovoltaico AXITEC AC-270P/156-60S

Fonte: (Eduardo, 2017)

<sup>17</sup>Technical Manager da empresa SEMIR - Serviços de Engenharia, Manutenção Industrial e Residencial.



Como referido anteriormente, a tensão e corrente geradas pelo PSF são contínuas pelo que existe a necessidade de as converter em alternada. Para o efeito, a instalação conta com 10 inversores SMA *Sunny Tripower* 25000TL-30 de 25 kW, mostrado na figura abaixo.

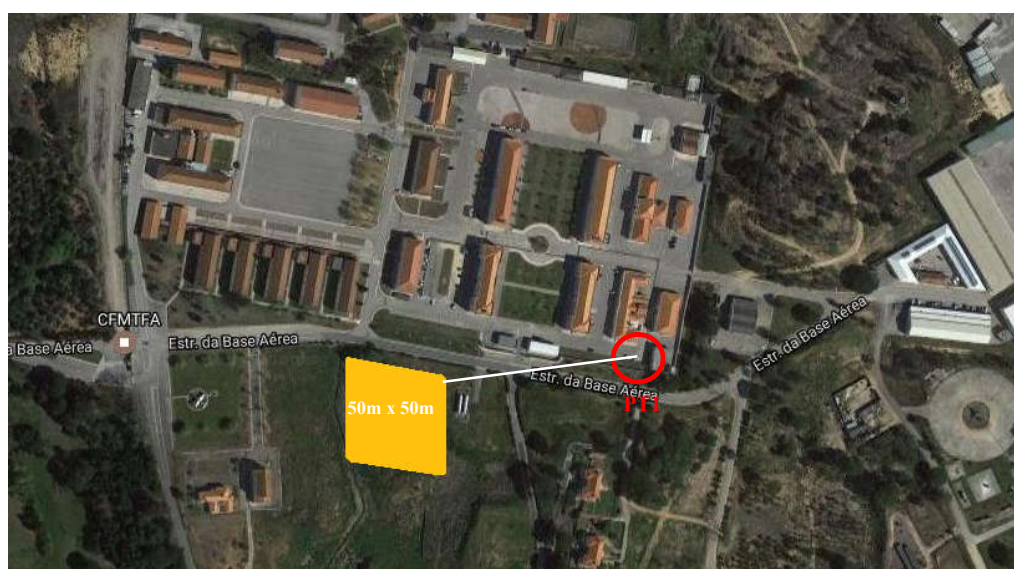


**Figura 11 - Inversor SMA *Sunny Tripower***

**Fonte:** (Eduardo, 2017)

Além dos PSF e dos inversores, a instalação ainda conta, além da cablagem necessária, com quadros elétricos, com um contador de controlo de produção que faz a contagem de energia anual produzida e envia para as entidades governamentais, e ainda por várias estruturas metálicas de suporte dos módulos solares. Uma vez que cada módulo ocupa cerca de 2,5 m<sup>2</sup>, a área necessária para a implementação é de cerca de 2.500 m<sup>2</sup>. É necessário também efetuar uma ligação à RESP para ser injetada nesta rede eventuais excedentes de produção.

Assim, opta-se por instalar a central numa zona com elevada exposição solar, próxima da porta de armas da Unidade, e também, próxima do Posto de Transformação nº. 1 (cerca de 180m) conforme pode ser observada na figura 12.



**Figura 12 - Localização da Central Elétrica Fotovoltaica do CFMTFA**

**Fonte:** (Autor, 2017)





Depois de instalada, a central vai ter o aspeto da figura seguinte.



Figura 13 - Aspeto geral da instalação

Fonte: (Eduardo, 2017)

#### 2.4.1. Viabilidade Operacional

Para responder à primeira questão derivada<sup>18</sup> é necessário recorrer aos consumos da Unidade, constantes no anexo B, às faturas mensais e aos diagramas de carga de várias semanas ao longo do ano. Este último fator, representa o consumo detalhado da instalação durante cada semana, disponibilizado pela EDP/distribuição<sup>19</sup>. Pode ser observado na figura seguinte através do diagrama de carga, o consumo de energia elétrica do CFMTFA na semana de três a dez de abril do presente ano.

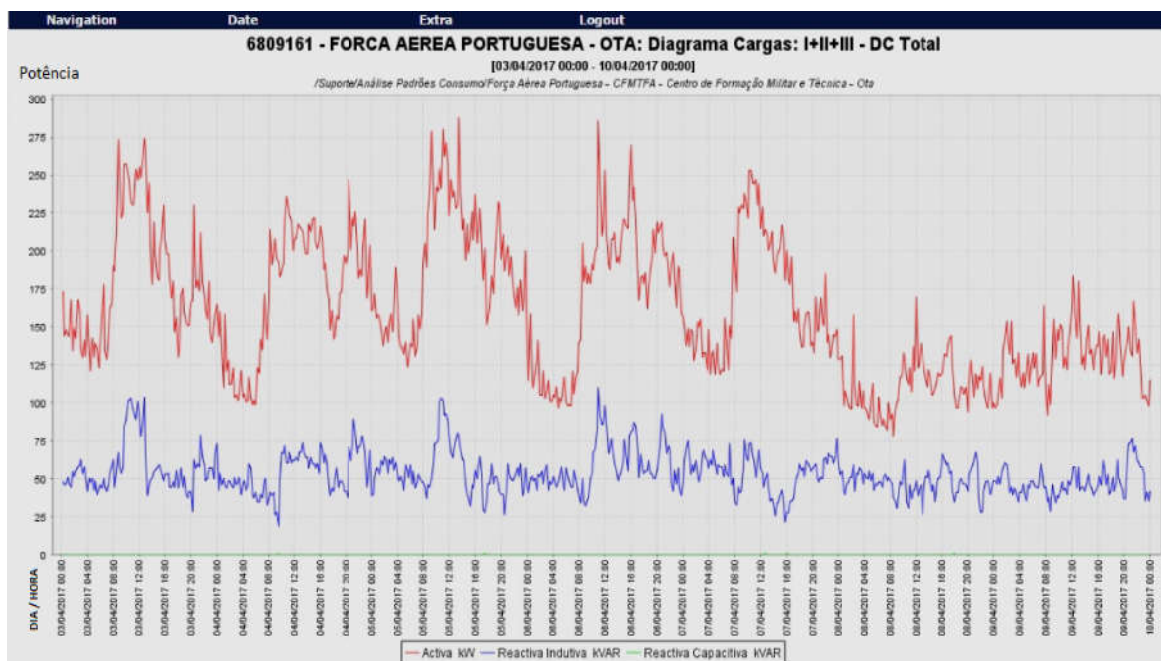


Figura 14 - Diagrama de carga da instalação elétrica do CFMTFA de 03ABR2017 a 10ABR2017

Fonte: (EDP/Distribuição, 2017)

<sup>18</sup> Será viável, em termos operacionais, a implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA?

<sup>19</sup> Através de acesso online com validação de username e password.



A linha a vermelho representa a potência ativa que é relacionada com a geração de movimento, calor ou luz, sendo por isso, a potência correspondente à energia consumida. Verifica-se que os consumos mais elevados ocorrem durante o dia, especialmente entre as 09:00h e as 17:00, correspondendo ao período normal de serviço. Neste período, apesar das oscilações verificadas, a potência ativa exigida é, em geral, cerca de 250kW.

A azul está a potência reativa indutiva que não produz trabalho. É resultante do funcionamento das bobinas existentes nos circuitos, nomeadamente em máquinas elétricas.

Perante a análise dos dados disponíveis, Eduardo (2017) menciona que a implementação de uma UPAC de 250kW em nada afeta o normal funcionamento da Unidade, pois esta tem disponível a potência necessária para o funcionamento dos equipamentos. A diferença reside no facto da energia ser proveniente da Central fotovoltaica em vez de ser requisitada à RESP<sup>20</sup>. No sentido de dotar este projeto com maior rentabilidade e para que o CFMTFA retire a melhor performance do investimento, Eduardo (2017) aconselha, então, a implementação de uma UPAC, ligada à RESP, com uma capacidade de produção de 250kW. Esta solução, em regime de autoconsumo, garante autonomia energética do CFMTFA em grande parte do dia, com recurso a um bem endógeno disponível. A exigência de potências superiores é complementada pela RESP. Referiu ainda que para o consumo praticado pela Unidade, não compensa constituir uma UPP pois já não é possível a adesão de novas instalações ao regime bonificado, pelo que o preço praticado para venda à RESP é demasiado baixo, cerca de 0,095€ por cada kWh<sup>21</sup>.

Assim, perante o descrito e também pelos exemplos apontados, nomeadamente, da LIPOR, IKEA e SIVAC é possível responder à primeira questão derivada. A implementação de uma central fotovoltaica de produção de energia elétrica na modalidade de UPAC com uma potência de 250kW é **viável em termos operacionais**, pois, o normal funcionamento do CFMTFA não é alterado, não tendo por isso qualquer impacto operacional.

---

<sup>20</sup> Com a instalação da Central fotovoltaica pode acontecer uma das seguintes situações: 1) A energia produzida é insuficiente, neste caso é necessário ser complementada pela energia da RESP; 2) A energia produzida é excedentária, neste caso é vendida à RESP ao preço em vigor.

<sup>21</sup> O preço diluído do kWh pago à *Galp Power*, no ano de 2016, foi de 0,1340€.





#### 2.4.2. Viabilidade Económica

No que respeita à segunda questão derivada<sup>22</sup>, Eduardo (2017) refere que a geração de energia através de uma UPAC é um investimento ideal para os clientes que pretendem produzir a sua energia ou parte dela, com o máximo de retorno e o mínimo de risco.

"O investimento inicial, proposto pela SEMIR, para a implementação da central elétrica fotovoltaica no CFMTFA com capacidade de 250kWp de potência, é de 344.400€<sup>23</sup> mas é um investimento que tem mais-valias a curto prazo" (Eduardo, 2017).

Tendo em conta o tempo útil de vida dos PSF foi efetuado uma análise produtiva com a previsão da produção e dos valores de poupança. Apresenta-se assim na tabela quatro a estimativa detalhada da produção anual, do custo de cada kWh cobrado pela RESP (baseado na previsão da inflação) e a poupança anual e acumulada para os primeiros 15 anos.

Tabela 4 - Análise produtiva da instalação nos primeiros 15 anos

Análise Produtiva (250kWp)				
AXITEC 270W				
Ano	Produção (kWh)	Custo do KWh (€)	Ganho Anual (€)	Ganho Acumulado (€)
2017	462.500	0,1199 €	55.453,75 €	55.453,75 €
2018	460.188	0,1239 €	56.997,04 €	112.450,79 €
2019	457.887	0,1279 €	58.583,89 €	171.034,69 €
2020	455.597	0,1320 €	60.138,80 €	231.173,49 €
2021	453.319	0,1370 €	62.104,70 €	293.278,20 €
2022	451.053	0,1410 €	63.598,47 €	356.876,67 €
2023	448.797	0,1460 €	65.524,36 €	422.401,03 €
2024	446.553	0,1500 €	66.982,95 €	489.383,98 €
2025	444.321	0,1550 €	68.869,76 €	558.253,74 €
2026	442.099	0,1610 €	71.177,94 €	629.431,68 €
2027	439.888	0,1660 €	73.021,41 €	702.453,08 €
2028	437.689	0,1710 €	74.844,82 €	777.297,90 €
2029	435.501	0,1770 €	77.083,68 €	854.381,58 €
2030	433.323	0,1830 €	79.298,11 €	933.679,69 €
2031	431.156	0,1890 €	81.488,48 €	1.015.168,17 €

Fonte: (Eduardo, 2017)

Por análise da tabela, observa-se que a energia anual gerada estimada ronda os 450GWh.

<sup>22</sup> Será economicamente viável a implementação de uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA?

<sup>23</sup> Valor que já contempla o IVA à taxa em vigor (23%).



O Período de Recuperação do Investimento (PRI) equivale ao período de tempo em que as receitas geradas anualmente recuperam o investimento inicial. Neste caso, verifica-se que no final do sexto ano, a poupança acumulada é de 356.876,67€ correspondendo a uma poupança superior ao investimento. Pode assim inferir-se que o PRI é de seis anos pelo que daí para a frente toda a poupança corresponde a encaixe financeiro para a Unidade. Confrontando estes dados com a experiência obtida pela SIVAC, é possível verificar que existem várias semelhanças, validando assim esta análise produtiva. É notório ainda que, ao fim de 15 anos, a poupança corresponde a cerca de um milhão de euros. Se a este valor se retirar o investimento inicial, alcança-se um lucro de cerca de 650.000€. "Ao final de 25 anos, a SEMIR estima que a poupança acumulada é de 1.850.000€, pelo que abatendo o investimento inicial, representa um lucro de cerca de 1.500.000€, sendo portanto um investimento altamente vantajoso" (Eduardo, 2017). Nesta situação, não se entra em conta com ganhos provenientes da venda de energia à RESP, aquando do excesso de produção de energia.

Em termos mensais, os valores apresentados na estimativa de análise produtiva equivalem a uma redução de cerca 30% na fatura de energia elétrica, o que na prática se traduz numa redução mensal de cerca de 5.000€<sup>24</sup>.

No que respeita à manutenção da instalação, Eduardo (2017) e Vidais (2017) consideram que os custos são residuais pois a instalação foi projetada com equipamentos de qualidade reconhecida. Assim, neste caso específico, a manutenção recai apenas na lavagem semestral dos PSF devido às poeiras provenientes de algumas pedreiras que se encontram na proximidade do CFMTFA e na substituição de inversores ao fim de 10 anos.

Perante o exposto, é possível concluir e responder à segunda questão derivada. A implementação de uma central fotovoltaica de produção de energia elétrica na modalidade de UPAC com uma potência de 250kWp é **viável em termos económicos**, pois apesar do valor inicial do investimento ser considerável, aproximadamente de 344.400€, tem um PRI de seis anos, e tendo em conta o tempo útil de vida dos PSF, o lucro que representa para o CFMTFA é de cerca de 1.500.000€. Esta situação é corroborada pelo exemplo da SIVAC, anteriormente demonstrado, no qual a produção tem superado as expectativas, sendo atualmente, o encaixe financeiro superior ao esperado.

---

<sup>24</sup> Valor obtido através da divisão dos 344.000€ pelos 72 meses, correspondentes aos seis anos do PRI



## 2.5. Considerações Finais

Baseado no que foi descrito anteriormente e após a resposta às questões derivadas, é possível agora responder à questão central, - Qual o impacto de implementar uma central fotovoltaica para produção de energia elétrica, no CFMTFA? - A implementação da central referida tem um impacto extremamente positivo, pois não afeta o normal funcionamento, nem a missão da Unidade, e em termos económicos, após o PRI de seis anos, existe um encaixe financeiro de cerca de 1.500.000€ ao fim de 25 anos, ao qual já foi diminuído o investimento inicial de 344.400€.

Considera-se assim alcançado o objetivo geral definido inicialmente, avaliar a possibilidade de implementar uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA, com o intuito de reduzir a fatura energética, quer na sua vertente operacional, quer na económica de acordo com os conceitos apresentados no apêndice A.

Após a resposta à questão central, bem como a consecução dos objetivos propostos inicialmente, importa então salientar as vantagens da implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA. As vantagens são:

- Incrementar a sustentabilidade energética do CFMTFA pelo facto de com custos mais reduzidos ficar com uma potência superior disponível;
- Reduzir em cerca de 30% do valor da fatura mensal da energia elétrica;
- Obter um retorno do investimento inicial ao fim de seis anos;
- Permitir um encaixe financeiro de cerca de 1.500.000€ no tempo de vida útil.

Eduardo (2017) reforça ainda que, além dos ganhos financeiros, a implementação de uma solução desta natureza tem um forte impacto ambiental favorável pois a produção de energia através de energias limpas, em alternativa aos combustíveis fósseis, permite a redução significativa de emissão de GEE para a atmosfera, contribuindo assim para o cumprimento dos objetivos nacionais e europeus da estratégia ambiental definida no Acordo de Paris, estimando-se então que o benefício ambiental da implementação deste projeto resulta numa redução de emissão de 277,94 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.



## Conclusões

Sendo a energia um bem fundamental, o seu consumo tem aumentado consideravelmente. Decorrente desse aumento, o consumo de energia proveniente de combustíveis fósseis, como o petróleo, o carvão e o gás natural também tem aumentado. A utilização destes combustíveis provoca a libertação de GEE que interferem de forma negativa com a camada de ozono, provocando o aquecimento global do planeta. Desde que o problema é conhecido, alguns países têm encetado esforços no sentido de reduzir a emissão de GEE com recurso a energias limpas. Associando a este fator a crescente necessidade da redução dos gastos de funcionamento das Unidades militares, decorrente dos constantes cortes orçamentais, julgou-se pertinente estudar a viabilidade de implementar uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA.

Nesse sentido foi efetuada uma investigação cujo objeto foi a implementação de uma central elétrica fotovoltaica, baseando-se o estudo nos benefícios, no espaço físico necessário, no custo de implementação, no retorno do investimento e em qual a modalidade mais vantajosa para produção de energia elétrica. A investigação foi delimitada nos três domínios, tempo, espaço e conteúdo, ou seja à implementação da central fotovoltaica, no CFMTFA, na atualidade.

O objetivo geral definido foi avaliar a possibilidade de implementar uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA, com a finalidade de reduzir a fatura energética e a emissão de GEE. Deste objetivo geral emergiram dois objetivos específicos:

- Avaliar a viabilidade operacional de implementar uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA;
- Avaliar a viabilidade económica de produção de energia elétrica para autoconsumo e/ou para venda à RESP, no CFMTFA.

Considerando os objetivos referidos, a investigação incidiu na resposta à questão central “Qual o impacto de implementar uma central fotovoltaica para produção de energia elétrica, no CFMTFA?”. Por forma a responder à questão central foram colocadas duas questões derivadas:

- Será viável, em termos operacionais, a implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA?
- Será economicamente viável a implementação de uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA?



Baseado nos objetivos e nas questões elaboradas construiu-se o mapa conceptual que suporta esta investigação e que se encontra detalhado no apêndice A.

No que respeita ao tipo de pesquisa encetado, uma vez que foi recolhida informação sobre uma única Unidade, no caso específico o CFMTFA, foi efetuado um estudo de caso. O método utilizado foi o dedutivo, que segundo *Prodanov* e *Freitas* (2013) é um método que parte do geral para o particular, baseando o caso particular em princípios, leis ou teorias dadas como verdadeiras. Foi um estudo transversal assente numa estratégia de investigação qualitativa, sustentada em pesquisa documental, em legislação aplicável a esta matéria, em consumos e faturas mensais de energia elétrica do CFMTFA, em dados técnicos cedidos pela Empresa SEMIR, e em entrevistas exploratórias numa primeira fase, posteriormente semiestruturadas a pessoas de reconhecidas capacidades técnicas na área da Eletrotecnia e das energias renováveis.

No primeiro capítulo foi feito um enquadramento da utilização de combustíveis fósseis, da sua substituição pelas fontes de energia limpas e da evolução da utilização das energias renováveis.

Foi referido que a perceção da gravidade das alterações climáticas levou à necessidade de um acordo global para uma redução drástica da emissão de GEE, tendo surgido, em 1992, a Conferência do Rio e cinco anos mais tarde, o Protocolo de Quioto que veio introduzir metas no que respeita ao investimento em energias renováveis e à redução de emissão de GEE. O último acordo ocorreu em Paris, em 2016, com o objetivo de implementar novas medidas para prevenir o aquecimento global.

Verificou-se que a nível europeu existe a diretiva 2009/29/CE que trouxe o Pacote Clima-Energia no qual os membros da UE têm a obrigatoriedade de, até 2020, reduzir 20% das emissões de GEE, aumentar em 20% o consumo proveniente de fontes renováveis e incrementar em 20% a eficiência energética. Apesar deste esforço, a temperatura média global continua a aumentar.

Em Portugal, esta matéria também se encontra legislada. A ENE2020, através do PNAER 2020 define as orientações estratégicas para as metas de emissão de GEE e de incentivo à utilização de FER para produção de energia elétrica. Foi definida a meta de 35% para a utilização de FER no consumo final de eletricidade, transportes e aquecimento/arrefecimento. Segundo a DGEG (2016), Portugal tem apresentado resultados que superam as metas estabelecidas no que respeita à redução de emissão de gases, tendo conseguido poupanças consideráveis devido à implementação de soluções baseadas em



FER, que se traduziram num incremento das exportações e num decréscimo das importações.

Para produção de energia elétrica, a energia solar é uma forma de energia limpa e proveniente de uma fonte renovável, contribuindo assim para a redução de emissão de CO<sub>2</sub>, e como tal, uma solução para contrariar as alterações climáticas. Os painéis solares fotovoltaicos são constituídos por células de silício que transformam a energia solar em energia elétrica, com uma comprovada redução de encargos financeiros a curto prazo.

De acordo com o exposto, a implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA para produção de energia elétrica através de fontes renováveis, vai concorrer para os objetivos nacionais e europeus, além de possibilitar a redução dos custos diretos com a energia elétrica.

Ainda no primeiro capítulo foram apresentados alguns casos de sucesso de utilização de FER, destacando-se a empresa SIVAC que colocou PSF com uma potência instalada de 640kW, na cobertura das suas instalações. O investimento foi de 243.000€ e ao fim de quatro anos de produção, a empresa já recuperou cerca de 140.000€. A totalidade da produção da energia é injetada na RESP com base no regime bonificado. No final do período útil mínimo de vida da instalação, a SIVAC estima ter um lucro superior a 630.000€.

O CFMTFA, Unidade da FA localizada em Ota, que ostenta a nobre missão de ministrar formação militar geral e técnica a um universo, que apesar de variável é, considerável, consumiu em 2016 cerca de 1,7GWh de energia elétrica, o qual representou um custo de aproximadamente 226.000€, equivalente a um valor médio mensal de 18.800€.

No capítulo dois foi efetuada a análise de toda a informação recolhida e iniciou-se com o projeto da implementação da central. Foi projetada a instalação de uma central de 250kWp, com 926 módulos solares, num espaço físico que ronda os 2500m<sup>2</sup>.

Verificou-se que a modalidade de produção mais rentável é a instalação de uma UPAC de 250kWp, na qual a energia produzida é injetada na rede da Unidade para autoconsumo e caso exista excesso de produção, o excedente é vendido à RESP. A instalação de uma UPP, não compensa por já não ser possível com uma nova instalação aceder ao regime bonificado. Após a análise do diagrama de carga da Unidade observou-se que com a potência instalada referida é garantida a total autonomia da Unidade em grande parte do dia. Nos períodos em que for necessário uma potência superior, a diferença é



requisitada à RESP, não existindo qualquer alteração no normal funcionamento, em termos de operacionalidade, da Unidade.

Foi assim possível responder afirmativamente à primeira questão derivada: - Será viável, em termos operacionais, a implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA?.

No que respeita à segunda questão derivada: - Será economicamente viável a implementação de uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA?, foi também possível responder afirmativamente pois sabendo que o custo total de implementação é de 344.400€, e baseado na análise produtiva concluiu-se que o PRI é de aproximadamente seis anos. Ao final de 15 anos espera-se que os lucros ascendam aos 650.000€ e no final dos 25 anos, período útil de vida mínimo, é expectável que o lucro seja de 1.500.000€. Inferiu-se que a poupança mensal na fatura da energia elétrica é de cerca de 30%.

Verificou-se ainda que a manutenção tem custos insignificantes pois os PSF necessitam de limpeza semestral derivado às poeiras, e também, da troca de inversores em cada dez anos de utilização. Resulta ainda numa redução de emissão de 277,94 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.

Terminou-se o capítulo relevando que a implementação desta central incrementa a sustentabilidade energética da Unidade, com um encaixe financeiro estimado de 1.500.000€, permitindo assim alcançar os objetivos propostos e responder à questão central. O impacto é extremamente positivo pois, em termos operacionais, não afeta o normal funcionamento nem a missão da Unidade e, em termos económicos, permite um importante encaixe financeiro.

Com esta investigação pretendeu-se contribuir para a consciencialização da utilização de ER na perspetiva de poupança de recursos financeiros bem como na sustentabilidade ambiental. Também fica patente que estas soluções, baseadas em FER, apresentam um PRI a curto prazo e trazem ganhos financeiros consideráveis, apesar do investimento inicial.

Com base no estudo efetuado e nos resultados obtidos considera-se pertinente formular as seguintes recomendações à Direção de Infraestruturas:

- Avaliar a possibilidade, junto do CFMTFA, de implementar este projeto tendo em conta os ganhos financeiros que o mesmo alcança;



- Avaliar a possibilidade de implementar soluções desta natureza em Unidades com espaço físico disponível e com elevada exposição solar, tendo em atenção as particularidades de cada Unidade;

- Concorrer a fundos nacionais de financiamento de soluções de energias renováveis e, se possível, desenvolver esforços junto do Ministério da Defesa Nacional para concorrer aos fundos de financiamento externo, nomeadamente da *European Defense Agency*, por forma a tornar o investimento inicial menos pesado.

Por fim, recomenda-se que, caso o projeto seja implementado, que o seja com componentes com elevados padrões de qualidade para que a rentabilidade seja a máxima. Neste caso, e numa tentativa de diminuir o investimento inicial, é importante também avaliar a hipótese de o dimensionamento e a implementação do projeto ser feito com mão de obra interna, pois a FA dispõe nas suas fileiras militares extremamente especializados e com conhecimentos técnicos para o efeito, sendo apenas necessário adquirir os componentes.

Como limitações a esta investigação refere-se o pouco tempo disponível, o qual inviabilizou um estudo mais aprofundado bem como o alargamento deste estudo a outras Unidades e a outros ramos das FFAA. No entanto julga-se cumprido o objetivo. Apenas há que mudar consciências e pensar mais além que o dia de amanhã.

É importante que numa época em que as dificuldades financeiras e os problemas ambientais são visíveis, surjam soluções desta natureza.





## Bibliografia

ABC, 2013. *Warsaw climate talks: Principles of global deal agreed on after deadlock over 'contributions'*. [Em linha] Disponível em: <http://www.abc.net.au/news/2013-11-24/deadlock-broken-at-un-climate-talks/5113188#>, [Acedido em 29 dez. 2016].

ADENE, 2016. *Política Energética*. [Em linha] Disponível em: <http://www.adene.pt/politica-energetica>, [Acedido em 2 jan. 2017].

Agência para a energia, 2016. *Eficiência Energética*. [Em linha] Disponível em: <http://www.adene.pt/eficiencia-energetica>, [Acedido em 6 dez. 2016].

Ambiente Magazine, 2017. [Em linha] Disponível em: <http://www.ambientemagazine.com/>, [Acedido em 13 janeiro 2017].

APA, 2016. *Acordo de Paris*. [Em linha] Disponível em: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=81&sub2ref=1367>, [Acedido em 30 dez. 2016].

APREN, 2016. *Produção de Eletricidade por Fonte*. [Em linha] Disponível em: <http://www.apren.pt/pt/dados-tecnicos-3/dados-nacionais-2/producao-2/a-producao-de-eletricidade-em-portugal-3/producao-de-eletricidade-por-fonte-1999-2015/>, [Acedido em 28 dez. 2016].

APREN, 2017. *Comunicados de 2017*. [Em linha] Disponível em: [http://www.apren.pt/fotos/editor2/comunicado\\_apren\\_zero\\_recordes\\_2016.pdf](http://www.apren.pt/fotos/editor2/comunicado_apren_zero_recordes_2016.pdf), [Acedido em 6 jan. 2017].

BP, 2016. *BP Statistical Review of World Energy 2016*. [Em linha] Disponível em: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-full-report.pdf> [Acedido em 28 dez. 2016].

Carvalho, G., 2016. *A situação atual da FA quanto à utilização de Energias Renováveis* [Entrevista]. Alfragide (25 nov. 2016).



Comissão Europeia, 2015. *Comunicado de imprensa de acordo histórico sobre o clima em Paris: UE lidera esforços mundiais, 12 de dezembro de 2015*. [Em linha] Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-15-6308\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6308_en.htm) [Acedido em 20 nov. 2016].

Costa, P., 2017. *A situação atual da FA quanto à utilização de Energias Renováveis* [Entrevista]. Alfragide (18 mar. 2017).

Costa, P., 2011. *Alternativas à alimentação de energia elétrica das Estações de Comunicações da Força Aérea*. s.l.:CPOS. IESM.

DGEG, 2016. *Energia em Portugal 2014*. [Em linha] Disponível em: [http://www.apren.pt/fotos/newsletter/conteudos/energia\\_em\\_portugal\\_2014\\_dgeg\\_145944\\_1498.pdf](http://www.apren.pt/fotos/newsletter/conteudos/energia_em_portugal_2014_dgeg_145944_1498.pdf), [Acedido em 28 dez. 2016].

EDP/Distribuição, 2017. *Diagrama de Carga - Força Aérea - OTA*. [Em linha] Disponível em: <https://ssl.scv.edp.pt/sgt>, [Acedido em 14 abr. 2017].

Eduardo, J., 2017. *Instalação de PSF no CFMTFA* [Entrevista]. Lisboa (18 mar.2017).

EMFA, 2017. *Força Aérea Portuguesa*. [Em linha] Disponível em: [www.emfa.pt](http://www.emfa.pt), [Acedido em 14 jan. 2017].

ERSE, 2017. *Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos*. [Em linha] Disponível em: <http://www.erse.pt/pt/Paginas/home.aspx>, [Acedido em 11 fev. 2017].

Eurostat, 2016. *Europe 2020 indicators - climate change and energy*. [Em linha] Disponível em: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe\\_2020\\_indicators\\_-\\_climate\\_change\\_and\\_energy](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_climate_change_and_energy), [Acedido em 30 dez. 2016].

Eurostat, 2016. *Eurostat*. [Em linha] Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/> [Acedido em 4 jan. 2017].

IEA, 2016. *CO2 Emissions from fuel combustion 2016*. [Em linha] Disponível em: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustion\\_Highlights\\_2016.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustion_Highlights_2016.pdf), [Acedido em 28 dez. 2016].



IEA, 2016b. *Key World 2016*. [Em linha] Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>. [Acedido em 28 dez. 2016].

IEA, 2016c. *World energy Outlook 2016*. [Em linha] Disponível em: <https://www.iea.org/Textbase/npsum/WEO2016SUM.pdf>, [Acedido em 28 mai. 2016].

IESM, 2015a. *NEP ACA-10 Trabalhos de Investigação*. Lisboa: IESM.

IESM, 2015b. *NEP ACA-18 Regras de Apresentação e Referenciação para trabalhos escritos a realizar no IESM*. Lisboa: IESM.

Leal, C., 2010. *Posições dos atores mundiais pós-Quito*. [Em linha] Disponível em: [http://www.janusonline.pt/arquivo/popups2010/2010\\_2\\_9.pdf](http://www.janusonline.pt/arquivo/popups2010/2010_2_9.pdf), [Acedido em 29 dez. 2016].

Lopes, J., 2009. *Política de implementação de Energias Renováveis nas instalações militares*. s.l.:CPOG. IESM.

Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, 2014. *Estabelece o regime jurídico aplicável à produção de eletricidade* (DL 153/2014, de 20 de outubro), Lisboa: Diário da República .

Nunes, V., 2017. *Consumo de energia elétrica no CFMTFA* [Entrevista]. Ota (25 jan. 2017).

ONU, 2016. *Paris Agreement*. [Em linha] Disponível em: [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php), [Acedido em 29 dez. 2016].

Paineis Solares Fotovoltaicos, 2012. *Paineis Solares Fotovoltaicos*. [Em linha] Disponível em: <http://www.paineissolaresfotovoltaicos.com/>, [Acedido em 8 jan. 2017].

Parlamento Europeu, 2016. *Energias Renováveis*. [Em linha] Disponível em: [http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuId=FTU\\_5.7.4.html](http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/pt/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html), [Acedido em 22 nov. 2016].

PCM, 2010. *Resolução do Conselho de Ministros nº29/2010 de 15 de abril*. (RCM nº 20/2013 de 10 de abril), Lisboa: Diário da República.



PCM, 2013. *Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013 de 10 de abril*. (RCM n.º 20/2013 de 10 de abril), Lisboa: Diário da República.

Portal da Energia, 2016. *Protocolo de Quioto*. [Em linha] Disponível em: <http://www.portal-energia.com/historia-e-definicoes-do-protocolo-quioto/>, [Acedido em 20 nov. 2016].

Portal da Energia, 2017. *Energias Renováveis*. [Em linha] Disponível em: <http://www.portal-energia.com/>, [Acedido em 9 jan. 2017].

Portal das Energias Renováveis, 2017. [Em linha] Disponível em: <http://energiasrenovaveis.com/>, [Acedido em 12 jan. 2017].

Portal do Ambiente, 2016. [Em linha] Disponível em: <http://www.ambiente.maiadigital.pt/> [Acedido em 28 nov. 2016].

Prodanov, C. e Freitas, E., 2013. *Metodologia do trabalho científico*. [Em linha] Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>, [Acedido em 2 dez. 2016].

Quintas, J., 2017. *Quantitativos do CFMTFA* [Entrevista]. Ota (02 fev. 2017).

Quivy, R. e Campenhaut, L., 2005. *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. 4ª ed. s.l.:Gradiva.

Santos, L. et al., 2015. *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação*. Lisboa: IESM.

The Ozone Hole. INC, 2016. *The ozone hole*. [Em linha] Disponível em: <http://www.theozonehole.com/ozonelayer.htm>, [Acedido em 28 novembro 2016].

Vidaís, J., 2017. *Dados da Central Fotovoltaica da SIVAC* [Entrevista]. Aveiras de Cima (21 jan. 2017).



## Anexo A — Quantitativos de Militares do CFMTFA

COLOCADOS		EM FORMAÇÃO	
Oficiais	45	CFO/RC	78
Sargentos	143	CFS/QP	70
Praças	53	CFS/RC	59
Civis	39	CFP/RC	221
	280		428

TOTAL	708
-------	-----

**Fonte:** (Quintas, 2017)



A utilização de Energias Renováveis nas Forças Armadas, as soluções técnicas disponíveis e a viabilidade da sua instalação nas plataformas e infraestruturas militares

**Anexo B — Consumos de energia elétrica do CFMTFA e respetivos custos**

CFMTFA - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA [KWh]													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS
2012	167.487	138.845	114.758	108.898	104.873	76.323	111.761	101.099	99.496	112.035	146.146	147.270	1.428.991
2013	166.912	148.201	133.800	111.202	90.608	108.759	117.578	101.863	107.367	106.002	122.397	159.795	1.474.484
2014	174.916	159.095	108.886	130.305	107.814	119.371	116.469	105.716	115.187	104.404	126.080	139.995	1.368.243
2015	162.578	202.627	145.540	139.260	113.725	125.420	126.994	113.853	123.079	123.441	152.654	158.448	1.687.619
2016	175.740	175.740	163.831	147.043	121.651	122.238	132.387	114.650	127.073	121.554	143.275	149.061	1.694.243
Média 5 anos	169.527	164.902	133.363	127.342	107.734	110.422	121.038	107.436	114.440	113.487	138.110	150.914	1.530.716

Fonte: (Nunes, 2017)

FATURA MENSAL [€]													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS
2012	22.156,21	18.291,65	15.322,51	14.869,33	14.482,11	10.759,41	15.568,31	14.125,72	14.266,69	15.520,21	19.842,33	19.760,88	194.965,36
2013	23.416,21	20.593,52	18.737,74	15.730,19	12.935,34	15.440,58	16.995,29	14.329,94	15.451,33	15.328,39	17.346,46	22.060,32	208.365,31
2014	23.107,85	21.101,69	14.503,80	17.689,54	14.573,41	16.116,76	15.772,68	13.845,03	15.435,81	14.099,49	16.722,84	18.205,77	201.174,67
2015	24.092,83	27.102,88	18.920,20	27.181,68	16.754,36	17.059,87	17.613,03	15.397,98	16.886,84	16.844,03	20.564,82	20.225,63	238.644,15
2016	23.780,08	23.058,42	21.620,04	19.593,03	16.546,05	16.761,20	18.051,70	15.347,80	17.039,81	16.128,01	19.004,10	19.066,74	225.996,98

Fonte: (Nunes, 2017)



## Apêndice A — Mapa Concetual

Questão Central	Questões derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Instrumentos
Qual o impacto de implementar uma central fotovoltaica para produção de energia elétrica, no CFMTFA?	Será viável, em termos operacionais, a implementação de uma central elétrica fotovoltaica no CFMTFA?	Viabilidade operacional	Consumo	Energia consumida	Análise documental
			Produção	Energia produzida	Entrevistas
	Será economicamente viável a implementação de uma central elétrica fotovoltaica, no CFMTFA?	Viabilidade económica	Proveitos	Poupança	Análise documental Entrevistas
				Venda de energia	
			Custos	Investimento inicial	
				Manutenção	

### CONCEITOS

**Viabilidade económica** – conceito associado ao custo da implementação da central elétrica fotovoltaica e ao retorno do mesmo. O investimento será economicamente viável se houver o retorno financeiro do investimento durante o tempo de vida útil dos PSF.

**Viabilidade operacional** – conceito associado ao cumprimento da missão do CFMTFA. A instalação da central elétrica fotovoltaica não poderá prejudicar o normal funcionamento da rede elétrica da Unidade.